

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND****Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:**

103 61 811.2

**Anmeldetag:**

30. Dezember 2003

**Anmelder/Inhaber:**

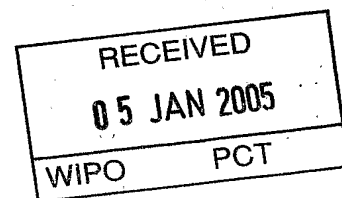
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart/DE

**Bezeichnung:**

Elektrische Maschine mit Kommutatorläufer

**IPC:**

H 02 K 23/38



Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 15. Dezember 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

  
Faust

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

5 17.12.03 Ws/AK

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Elektrische Maschine mit Kommutatorläufer

Stand der Technik

15

Die Erfindung betrifft eine elektrische Maschine mit mindestens vier Erregerpolen im Stator und mit einem Kommutatorläufer nach der Gattung des Anspruchs 1.

20

Aus der Druckschrift DE 197 57 279 C1 ist es bekannt, bei einem vierpoligen Elektromotor einen Kommutatorläufer mit 12 Kommutatorlamellen und 12 daran angeschlossene Spulen zu verwenden, um eine geringe Momentenwelligkeit und eine gute Kommutierung zu erzielen. Dabei sind die einander diametral gegenüberliegenden Lamellen über Kontaktbrücken miteinander verbunden, um die Stromversorgung des Läufers symmetrisch zu gestalten und mit nur einem Bürstenpaar sicher zu stellen.

30

Die Kontaktbrücken werden beim Wickeln der Spulen hergestellt, indem zunächst von einer Lamelle aus eine Spule gewickelt wird und anschließend über die benachbarte Lamelle mit dem Spulendraht eine Kontaktbrücke zur gegenüberliegenden Lamelle gelegt wird, um von dort aus im Wechsel die weiteren Spulen und Kontaktbrücken herzustellen.

35

Dabei werden die Läuferspulen paarweise auf

gegenüberliegenden Seiten mit zwei sogenannten Flyern hergestellt und die Kontaktbrücken werden anschließend durch Verdrehen des Läufers um  $180^\circ$  gebildet. Bei derartigen Maschinen ist es insbesondere für kleine Baugrößen recht aufwendig die hohe Anzahl von Spulen in die Nuten des Läufers einzuwickeln. Außerdem kreuzen sich die über drei Polzähne gewickelten Spulen an den Wickelköpfen, was zu einer großen Ausladung der Wickelköpfe führt. Durch den großen Wickelschritt über drei Nuten erhält man außerdem lange Wickelkopf-Verbindungen, die sowohl materialaufwendig sind als auch zu hohen Wärmeverlusten führen.

Aus der Druckschrift US-PS 4,532,449 ist ferner eine elektrische Maschine mit Kommutatorläufer bekannt, bei dem die Anzahl der Läuferspulen nur noch halb so groß wie die Anzahl der Kommutatorlamellen ist. Dort werden fünf Spulen von einem Bürstenpaar über zehn Lamellen versorgt. Die Spulen werden dabei als Einzelzahnwicklungen durchgewickelt, indem jeweils von einer zur nächsten Spule ein Polzahn übersprungen wird. Anfang und Ende der Spulen werden jeweils mit Lamellen kontaktiert, zwischen denen je eine Lamelle frei bleibt. Diese freien Lamellen werden zur Stromversorgung der Spulen über Kontaktbrücken mit den ihnen gegenüberliegenden Lamellen verbunden, die mit den Spulen in Verbindung stehen. Diese Lösung hat den Nachteil, dass die Kommutierungsvorgänge unter den beiden um  $90^\circ$  zueinander versetzten Kohlebürsten zeitlich versetzt stattfinden, wodurch die kommutierenden Spulen einseitig radial wirkende Kräfte verursachen, die zu Geräuschentwicklungen sowie zu einseitigen Belastungen der Läuferlager mit entsprechend größerem Lagerverschleiß führen können. Außerdem tritt durch eine erhöhte Lamellenspannung bei zehn statt zwölf Lamellen ein verstärktes Bürstenfeuer auf, welches die Lebensdauer des Kommutators und damit auch die Lebensdauer der Maschine beeinträchtigen kann.

5 Mit der vorliegenden Lösung wird angestrebt, bei elektrischen Maschinen, deren Anzahl von Läuferspulen nur halb so groß wie die Lamellenanzahl ist, die Kommutierung zu verbessern und die auch in kleinen Baugrößen ohne Spulenkreuzungen an den Wickelköpfen herstellbar sind.

#### Vorteile der Erfindung

10 Die elektrische Maschine mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, dass durch die neue Zuordnung der Spulen zu den Lamellen die Spulen einerseits als Einzelzahnspulen eine geringe axiale Wickelkopf-Länge und -Ausladung haben und dass andererseits mitsamt der  
15 Kontaktbrücken eine bessere Kommutierung und damit eine höhere Lebensdauer erzielt wird.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen ergeben sich vorteilhafte Ausgestaltungen und  
20 Weiterbildungen der im Hauptanspruch angegebenen Merkmale.

So ergibt sich im Hinblick auf eine hohe Momentenbildung eine besonders günstige Flussverteilung in den Spulen dadurch, dass die in der einen Drehrichtung gesehen benachbarten Spulen mit ihren Anfängen und Enden auf die in der anderen Drehrichtung gesehen benachbarten Lamellen gelegt sind. Zweckmäßigerweise sind dabei die Anfänge und Enden der benachbarten Spulen abwechselnd direkt beziehungsweise indirekt über eine der Kontaktbrücken auf  
30 benachbarte Lamellen gelegt. Ferner ist es für die Herstellung der Spulen durch Wickelautomaten vorteilhaft, wenn die auf benachbarten Polzähnen angeordneten Spulen jeweils unmittelbar oder mittelbar über eine der Kontaktbrücken zueinander in Reihe geschaltet sind.  
35 Zweckmäßigerweise werden dabei die benachbarten Spulen

abwechselnd unmittelbar beziehungsweise über eine der Kontaktbrücken zueinander in Reihe geschaltet. In besonders einfacher Weise sind dabei alle Spulen und Kontaktbrücken durchgehend von einem Wickeldraht hergestellt, wobei  
5 zweckmäßigerweise mittels Wickelautomaten die Spulen und Kontaktbrücken im Wechsel durchgehend gewickelt sind.

Um die Kontaktbrücken möglichst geordnet an den Wickelköpfen der Spulen verlegen zu können, wird vorgeschlagen, dass  
10 mindestens ein Teil der Kontaktbrücken, vorzugsweise sämtliche Kontaktbrücken von der Kommutatorseite des Läufers weg durch dessen Nuten auf die dem Kommutator abgewandte Seite verlegt sind. Um dabei die Kontaktbrücken an der  
15 Läuferückseite nicht durch ein dort angebrachtes Lager zu beschädigen, sind sie zweckmäßigerweise um mindestens einen und höchstens zwei benachbarte Zähne des Läufers geführt. Um auch Anfang und Ende der Spulen möglichst geordnet auf die jeweiligen Lamellen des Kommutators zu führen, wird ferner vorgeschlagen, dass Anfang und Ende jeder zweiten Spule von  
20 der Kommutatorseite durch benachbarte Nuten auf die Läuferückseite gelegt werden. Das Wickelschema für alle Spulen und Kontaktbrücken ist dabei in vorteilhafter Weise so ausgebildet, dass alle Spulen und Kontaktbrücken mittels eines sogenannten Flyers oder einer sogenannten Nadel am  
25 Läufer durchwickelbar sind.

Zeichnung

Die Erfindung wird im Folgenden beispielhaft anhand der  
30 Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine erfindungsgemäße elektrische Maschine in der Vorderansicht,

Figur 2 ein erstes Ausführungsbeispiel mit dem Läufer der  
35 Maschine aus Figur 1 in vergrößerter Darstellung,

mit sechs Spulen auf sechs Polzähnen und einen Kommutator mit zwölf Lamellen und zwei Bürsten, Figur 3 zeigt das Wickelschema für den Läufer nach Figur 2. Figur 4 zeigt als zweites Ausführungsbeispiel den Läufer gemäß Figur 2, jedoch mit anders verschalteten Spulen und Figur 5 zeigt dazu das entsprechende Wickelschema. Figur 6 zeigt als drittes Ausführungsbeispiel ein dreiteiliges Wickelschema für die sechs Spulen eines Läufers gemäß Figur 2, mit einer weiteren Variante der Verschaltung.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Figur 1 ist ein permanent magnetisch erregter vierpoliger Gleichstrommotor als elektrische Maschine in einer Vorderansicht dargestellt und mit 10 bezeichnet. Derartige Maschinen werden bevorzugt für Stellantriebe und dergleichen in Kraftfahrzeuge eingesetzt und müssen bei hohen Belastungen möglichst über die ganze Lebensdauer des Fahrzeugs zuverlässig arbeiten. Dementsprechend muss ihr Aufbau möglichst robust sein. Die elektrische Maschine 10 hat einen vierpoligen Stator 11, der über einen Arbeitsluftspalt 12 mit einem Kommutatorläufer 13, nachfolgend Läufer genannt, zusammenwirkt. Der Läufer 13 besteht aus einem Blechpaket 14, dass auf einer beidseitig gelagerten Läuferwelle 15 befestigt ist. Am Umfang des Blechpaketes 14 sind sechs gleichmäßig verteilte Polzähne Z angeordnet, zwischen denen jeweils Nuten N zur Aufnahme von sechs Spulen S ausgebildet sind. Die Spulen S sind als Einzelzahnspulen um je einen Polzahn Z durch Wickelautomaten hergestellt. Die Spulen S werden dabei in besonderer Weise mit einem an der Rückseite des Blechpaketes 14 auf die Läuferwelle 15 aufgesetzten Kommutator verschaltet.

Figur 2 zeigt in einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung den Läufer 13 in vergrößerter Darstellung von der Rückseite. Dort ist ein Kommutator 16 mit gleichmäßig am Umfang verteilten zwölf Lamellen L angeordnet, die mit zwei ortsfesten Kohlebürsten B1 und B2 zusammenwirken. Die Kohlebürsten sind um  $90^\circ$  gegeneinander versetzt und werden zum Betrieb der elektrischen Maschine mit Gleichstrom versorgt. Um bei einer vierpoligen Maschine die Stromversorgung des Läufers symmetrisch zu gestalten und mit nur einem Bürstenpaar sicherzustellen, sind die jeweils einander diametral gegenüberliegenden Lamellen L des Kommutators 16 jeweils über separate Kontaktbrücken K miteinander verbunden. Dort sind die sechs Spulen mit S1 bis S6, die sechs Polzähne mit Z1 bis Z6 und die sechs Nuten mit N1 bis N6 bezeichnet.

Für eine günstige magnetische Durchflutung des Läufers mittels der sechs Spulen N ist eine geradzahlige Spulenzahl von Bedeutung; denn durch die gleichzeitige Kommutierung der nunmehr sich jeweils einander gegenüberliegenden Spulen S addieren sich die durch die Kommutierung verursachten radialen Kraftkomponenten an den sich gegenüberliegenden Zähnen Z zu Null. Desweiteren ist für die Erzielung einer möglichst hohen Momentbildung am Läuferumfang die Verschaltung der Spulen S mit den Kommutatorlamellen L von Bedeutung. Dabei ist vorgesehen, dass von den auf benachbarten Polzähnen Z angeordneten Spulen S jeweils Anfang und Ende der einen Spule S unmittelbar auf zueinander benachbarte Lamellen L und Anfang und Ende der anderen Spule S über eine der Kontaktbrücken K auf zueinander benachbarte Lamellen L geschaltet sind. Außerdem sind die auf benachbarten Polzähnen Z angeordneten Spulen S jeweils abwechselnd unmittelbar beziehungsweise mittelbar über eine der Kontaktbrücken K zueinander in Reihe geschaltet.

Für eine möglichst starke Ausbildung des Läuferdrehmomentes ist ferner von Bedeutung, dass die in der einen Drehrichtung gesehen benachbarten Spulen S mit ihren Anfängen und Enden jeweils auf die in der anderen Drehrichtung gesehen benachbarten Lamellen L gelegt sind. Dies erfolgt übereinstimmend bei allen drei Ausführungsbeispielen, bei denen die benachbarten Spulen S abwechselnd direkt und indirekt über eine der Kontaktbrücken K miteinander verbunden sind.

Zur näheren Erläuterung der Spulenverschaltung mit dem Kommutator 16 zeigt Figur 3 das Wickelschema für die Spulen S1 bis S6 des Läufers 13 aus Figur 2. Zur Erläuterung des Wickelschemas nach Figur 3 dient ferner die Wickeltabelle 1, die zur automatischen Herstellung der sechs Spulen S1 bis S6 und der sechs Kontaktbrücken K1 bis K6 und deren Kontaktierung an den Lamellen L1 bis L12 des Kommutators 16 in eine Steuerung eines Wickelautomaten eingegeben werden kann.

Wickeltabelle 1

| S/K | Lamelle |   | Nut | Windg. | Nut |   | Lamelle |
|-----|---------|---|-----|--------|-----|---|---------|
| S1  | 1       | > | 1   | 42     | 6   | > | 12      |
| K1  | 12      | > |     |        |     | > | 6       |
| S2  | 6       | > | 1   | 42     | 2   | > | 11      |
| K2  | 11      | > |     |        |     | > | 5       |
| S3  | 5       | > | 3   | 42     | 2   | > | 4       |
| K3  | 4       | > |     |        |     | > | 10      |
| S4  | 10      | > | 3   | 42     | 4   | > | 3       |
| K4  | 3       | > |     |        |     | > | 9       |
| S5  | 9       | > | 5   | 42     | 4   | > | 8       |
| K5  | 8       | > |     |        |     | > | 2       |
| S6  | 2       | > | 5   | 42     | 6   | > | 7       |
| K6  | 7       | > |     |        |     | > | 1       |



Aus der Wickeltabelle 1 ist erkennbar, dass alle sechs Spulen S und Kontaktbrücken K durchgehend von einem Spulendraht herzustellen sind. Ferner ist erkennbar, dass dort die Spulen S und Kontaktbrücken K im Wechsel durchgehend gewickelt sind. Dabei wird im Einzelnen wie folgt vorgegangen:

Beginnend mit der Spule S1 in Figur 2 und 3 wird der Wickeldraht 17 zunächst an Lamelle L1 befestigt, dann der Anfang der Spule S1 durch die Nut N1 gelegt, sodann werden 42 Windungen um den Polzahn Z1 gewickelt, um dann das Spulenende durch die Nut N6 an der Lamelle L12 zu befestigen. Anschließend wird ohne Unterbrechung des Spulendrahts die erste Kontaktbrücke K1 von Lamelle L12 zur Lamelle L6 gelegt. Von dort wird der Anfang Spule S2 durch die Nut N1 gelegt, die Spule S2 mit 42 Windungen um den Zahn Z2 gewickelt und das Ende durch Nut 2 zur Lamelle L11 geführt. Anschließend wird von dort die Kontaktbrücke K2 von Lamelle 11 zur Lamelle L5 gelegt. Von dort wird dann der Anfang der Spule S3 durch die Nut N3 gelegt, die Spule mit 42 Windungen um den Zahn Z3 gewickelt und das Ende durch die Nut N2 zur Lamelle L4 gelegt. Dann folgt die Brücke K3 von Lamelle L4 zu Lamelle L10. Anschließend wird der Anfang der Spule S4 von Lamelle 10 durch die Nut N3 gelegt, die Spule mit 42 Windungen um den Zahn Z4 gewickelt und das Ende durch Nut N4 auf Lamelle L3 gelegt. Dann folgt die Kontaktbrücke K4 von Lamelle L3 auf Lamelle L9. Von dort wird der Anfang der Spule S5 durch die Nut N5 gelegt, die Spule mit 42 Windungen auf den Polzahn Z5 gewickelt und das Spulenende durch Nut N4 auf Lamelle L8 gelegt. Nun folgt die Kontaktbrücke K5 von Lamelle L8 auf Lamelle L2. Anschließend wird die Spule S6 mit ihrem Anfang von Lamelle L2 durch die Nut N5 gelegt, mit 42 Windungen auf den Polzahn Z6 gewickelt und das Ende durch die Nut N6 auf Lamelle L7 gelegt. Zum Abschluss wird dann noch die Kontaktbrücke K6 von Lamelle 7

auf Lamelle 1 gelegt. Der Wickeldraht wird hier schließlich abgetrennt. Zur besseren Übersicht sind in Figur 3 die Nuten N sowie die Lamellen L durchnummeriert.

Am Kommutator 16 des Läufers nach Figur 2 können die Kontaktbrücken K auch separat hergestellt und mit den jeweils einander gegenüberliegenden Lamellen verschaltet werden. In diesem Falle werden auch die sechs Spulen S einzeln, paarweise oder zu dritt gleichzeitig hergestellt und mit ihren Lamellen L kontaktiert. Die Wickeltabelle 2 zeigt für diesen Fall die entsprechende Schrittfolge für einen Wickelautomaten:

Wickeltabelle 2

| S/K | Lamelle |   | Nut | Windg. | Nut |   | Lamelle |
|-----|---------|---|-----|--------|-----|---|---------|
| S1  | 1       | > | 1   | 42     | 6   | > | 12      |
| S2  | 6       | > | 1   | 42     | 2   | > | 11      |
| S3  | 5       | > | 3   | 42     | 2   | > | 4       |
| S4  | 10      | > | 3   | 42     | 4   | > | 3       |
| S5  | 9       | > | 5   | 42     | 4   | > | 8       |
| S6  | 2       | > | 5   | 42     | 6   | > | 7       |

Dort wird der Anfang der Spule S1 von Lamelle L1 durch die Nut N1 mit 42 Windungen um den Zahn Z1 gewickelt und das Ende durch die Nut 6 auf Lamelle L12 gelegt, wo der Wickeldraht 17 gekappt wird. Der Anfang der Spule S2 wird dann von Lamelle L6 durch Nut N1 gelegt, die Spule mit 42 Windungen auf Zahn Z2 gewickelt und das Ende durch die Nut N2 auf Lamelle L11 gelegt. Der Anfang der Spule S3 wird nun von Lamelle L5 durch die Nut N3 gelegt, die Spule mit 42 Windungen auf den Zahn Z3 gewickelt und das Ende durch die Nut N2 auf Lamelle L4 gelegt. Der Anfang der Spule S4 wird von Lamelle 10 durch die Nut N3 gelegt, die Spule mit 42 Windungen um den Zahn Z4 gewickelt und das Ende durch die Nut N4 auf Lamelle L3 gelegt. Der Anfang der Spule S5 wird

von Lamelle L9 durch die Nut N5 gelegt, die Spule mit 42 Windungen um den Zahn Z5 gewickelt und das Ende durch die Nut N4 auf Lamelle L8 gelegt. Schließlich wird noch die Spule S6 mit ihrem Anfang von Lamelle L2 durch die Nut N5 gelegt, mit 42 Windungen um den Zahn Z6 gewickelt und das Ende durch die Nut N6 auf Lamelle L7 gelegt. Die Spulen S1, S3 und S5 sowie die Spulen S2, S4, S6 können jeweils auch gleichzeitig durch einen entsprechenden Wickelautomaten hergestellt werden, da ihre Verschaltungen mit den ihnen zugeordneten Lamellen jeweils gleich sind wie dies aus Figur 2 und 3 zu entnehmen ist.

In Figur 4 ist als zweites Ausführungsbeispiel der gleiche Läufer 13 mit sechs Polzähnen Z, sechs Spulen S und zwölf Lamellen L am Kommutator 16 dargestellt, wobei jedoch die Spulen S in einer anderen Folge mit den Lamellen L verschaltet sind. Dies ist durch das in Figur 5 dargestellte Wickelschema erkennbar, das nunmehr mit Hilfe der Wickeltabelle 3 für die sechs Spulen S und Kontaktbrücken K aus Figur 4 und 5 näher erläutert wird. Alle Spulen S1 bis S6 und Kontaktbrücken K1 bis K6 lassen sich gemäß dieser Wickeltabelle von einem Wickelautomaten durchgehend herstellen. Dabei ist wie folgt vorzugehen:

Wickeltabelle 3

| S/K | Lamelle |   | Nut | Windg. | Nut |   | Lamelle |
|-----|---------|---|-----|--------|-----|---|---------|
| S1  | 1       | > | 6   | 42     | 1   | > | 12      |
| K1  | 12      | > |     |        |     | > | 6       |
| S2  | 6       | > | 2   | 42     | 1   | > | 11      |
| K2  | 11      | > |     |        |     | > | 5       |
| S3  | 5       | > | 2   | 42     | 3   | > | 4       |
| K3  | 4       | > |     |        |     | > | 10      |
| S4  | 10      | > | 4   | 42     | 3   | > | 3       |
| K4  | 3       | > |     |        |     | > | 9       |
| S5  | 9       | > | 4   | 42     | 5   | > | 8       |
| K5  | 8       | > |     |        |     | > | 2       |
| S6  | 2       | > | 6   | 42     | 5   | > | 7       |
| K6  | 7       | > |     |        |     | > | 1       |

Der Wickeldraht 17 wird zunächst an der Lamelle 1 befestigt und der Anfang der Spule S1 wird sodann von der Lamelle L1 durch die Nut N6 gelegt, die Spule mit 42 Windungen auf den Polzahn Z1 gewickelt und das Ende durch die Nut N1 auf Lamelle L12 gelegt. Ohne Unterbrechung folgt nun die Kontaktbrücke K1 von Lamelle L12 zur Lamelle L6. Danach wird die Spule S2 mit ihrem Anfang von Lamelle L6 durch die Nut N2 mit 42 Windungen um den Zahn Z2 gewickelt und das Ende durch die Nut N1 auf Lamelle L11 gelegt. Anschließend folgt die Kontaktbrücke K2 von Lamelle L11 zur Lamelle L5. Dann wird der Anfang der Spule S3 von Lamelle L5 durch die Nut N2 gelegt, die Spule mit 42 Windungen auf den Polzahn Z3 gewickelt und das Ende durch die Nut N3 auf Lamelle L4 gelegt. Danach wird die Kontaktbrücke K3 von Lamelle L4 auf Lamelle L10 gelegt. Nun wird der Anfang der Spule S4 von Lamelle L10 durch die Nut N4 gelegt, die Spule mit 42 Windungen um den Polzahn Z4 gewickelt und das Ende durch die Nut N3 auf Lamelle L3 gelegt. Es folgt die Kontaktbrücke K4 von Lamelle L3 auf Lamelle L9. Dann wird die Spule S5 mit ihrem Anfang von Lamelle L9 durch die Nut N4 gelegt, die Spule mit 42 Windungen auf den Polzahn Z5 gewickelt und das Ende durch die Nut N5 auf Lamelle L8 gelegt. Es folgt die Kontaktbrücke K5 von Lamelle L8 zur Lamelle L2. Die Spule S6 wird nun mit ihrem Anfang von Lamelle L2 durch die Nut N6 verlegt, dann mit 42 Windungen um den Polzahn Z6 gewickelt und das Ende durch die Nut N5 auf Lamelle L7 gelegt. Schließlich folgt noch die Kontaktbrücke K6, die von Lamelle L7 zur Lamelle L1 gelegt wird. Damit ist die Läuferwicklung vollständig und der Wickeldraht 17 wird an Lamelle L1 gekappt.

In Figur 6 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel für die Verschaltung der Spulen S und Kontaktbrücken K am Läufer 13 nach Figur 2 dargestellt. Die Figur 6 zeigt dabei das

Wickelschema, welches zur besseren Übersicht in die Abschnitte a, b und c aufgegliedert ist. Dabei zeigt der Abschnitt a einen ersten Wickelzug mit den Spulen S1 und S2 und den Kontaktbrücken K1 und K2. Der Abschnitt b zeigt einen weiteren, sich daran anschließenden Wickelzug mit den Spulen S3 und S4 sowie den Kontaktbrücken K3 und K4. Der Abschnitt c zeigt schließlich den sich daran anschließenden letzten Wickelzug mit den Spulen S5 und S6 und den Kontaktbrücken K5 und K6. Dort ist erkennbar, dass die Spulenanfänge und -enden zum Teil, sowie die Kontaktbrücken K vollständig von der Kommutatorseite weg durch Nuten N auf die dem Kommutator abgewandte Seite des Läufers 13 verlegt wurden. Die Kontaktbrücken K sind dabei auf der Rückseite des Läufers um jeweils zwei Polzähne Z herumgeführt. Auch bei diesem Ausführungsbeispiel sind alle Spulen S und Kontaktbrücken K mit einem Wicklungsdraht 17 mittels Wickelautomaten durchwickelbar herzustellen, was nunmehr mit Hilfe der Wickeltabelle 4 erläutert wird. Entsprechend dem Wickelschema nach Figur 6 ist auch die Wickeltabelle in die Abschnitte a, b und c aufgegliedert. Danach ergibt sich die folgende Schrittfolge:

Wickeltabelle 4

| S/K | Lam. |   | Nut | Wdg. | Nut | Nut | Wdg. | Nut | Wdg. | Nut |   | Lam. |
|-----|------|---|-----|------|-----|-----|------|-----|------|-----|---|------|
| S1  | 1    | > | 6   | 42   | 1   |     |      |     |      |     | > | 12   |
| K1  | 12   | > | 6   | 1    | 4   |     |      |     |      |     | > | 6    |
| S2  | 6    | > | 3   | 1/2  | 1   | 2   | 41   | 2   | 1/2  | 6   | > | 11   |
| K2  | 11   | > | 5   | 1    | 3   |     |      |     |      |     | > | 5    |
| S3  | 5    | > | 2   | 42   | 3   |     |      |     |      |     | > | 4    |
| K3  | 4    | > | 2   | 1    | 6   |     |      |     |      |     | > | 10   |
| S4  | 10   | > | 5   | 1/2  | 3   | 4   | 41   | 4   | 1/2  | 2   | > | 3    |
| K4  | 3    | > | 1   | 1    | 5   |     |      |     |      |     | > | 9    |
| S5  | 9    | > | 4   | 42   | 5   |     |      |     |      |     | > | 8    |
| K5  | 8    | > | 4   | 1    | 2   |     |      |     |      |     | > | 2    |
| S6  | 2    | > | 1   | 1/2  | 5   | 6   | 41   | 6   | 1/2  | 4   | > | 7    |
| K6  | 7    | > | 3   | 1    | 1   |     |      |     |      |     | > | 1    |

Zunächst wird im Abschnitt a des Wickelschemas der Wickeldraht 17 mit Lamelle L1 kontaktiert und der Anfang A der Spule S1 wird in die Nut N6 gelegt, danach werden 42 Windungen um den Zahn Z1 gewickelt und dann das Ende durch die Nut N1 auf die Lamelle L12 gelegt. Es folgt jetzt die Kontaktbrücke K1, die von Lamelle L12 durch die Nut 6 zur Rückseite des Läufers gelegt wird und von dort durch die Nut N4 zur Lamelle L6 geführt wird. Von Lamelle L6 wird nun die Spule S2 mit ihrem Anfang durch die Nut N3 zur Rückseite des Läufers und von dort zur Nut N1 geführt, dann werden über die Nut N2 41 Windungen auf den Polzahn Z2 gewickelt und schließlich das Ende von der Nut N2 über die Rückseite des Läufers zur Nut N6 und von dort schließlich zur Lamelle L11 gelegt. Jetzt folgt die Brücke K2, die von Lamelle L11 durch die Nut N5 zur Läuferückseite geführt wird und von dort über zwei Zähne durch die Nut N3 zurückgeführt und zur Lamelle L5 gelegt wird. Die Fortführung erfolgt nun im Abschnitt b des Wickelschemas von Lamelle L5. Von dort wird der Anfang der Spule S3 durch die Nut N2 gelegt und die Spule mit 42 Windungen um den Polzahn Z3 gewickelt, wobei das Ende durch die Nut N3 auf die Lamelle L4 gelegt wird. Es folgt die Kontaktbrücke K3, die von Lamelle L4 durch die Nut N2 auf die Läuferückseite gelegt, von dort über zwei Zähne Z durch die Nut N6 zurückgeführt und dann auf Lamelle L10 gelegt wird. Es folgt die Spule S4, die mit ihrem Anfang von Lamelle L10 durch die Nut N5 hindurch und auf der Läuferückseite zur Nut N3 geführt wird, dann durch die Nut N4 mit 41 Windungen um den Zahn Z4 gewickelt wird, wobei dann das Ende von der Nut N4 über die Läuferückseite zur Nut N2 überführt und schließlich auf Lamelle L3 gelegt wird. Es folgt die Kontaktbrücke K4, die von Lamelle L3 über die Nut N1 zur Läuferückseite geführt, von dort über zwei Polzähne Z durch die Nut N5 zur Lamelle L9 gelegt wird. Es folgt nun im dritten Abschnitt c des Wickelschemas die Spule S5, wobei zunächst der Anfang von Lamelle L9 durch die Nut

N4 gelegt, die Spule mit 42 Windungen gewickelt und dann das Ende durch die Nut N5 auf Lamelle L8 gelegt wird. Von dort folgt die Kontaktbrücke K5, die von Lamelle L8 durch die Nut N4 zur Läuferückseite geführt wird und von dort über zwei Polzähne Z hinweg durch die Nut N2 zur Lamelle L2 gelegt wird. Jetzt folgt die Spule S6, deren Anfang von Lamelle 2 durch die Nut N1 zur Läuferückseite geführt wird und von dort über die Nut N5 und N6 mit 41 Windungen um den Zahn Z6 gewickelt wird, wobei das Ende von der Nut 6 über die Läuferückseite durch die Nut N4 hindurch auf Lamelle L7 gelegt wird. Schließlich wird noch die Kontaktbrücke K6 von der Lamelle L7 durch die Nut N3 auf die Läuferückseite geführt und von dort über zwei Polzähne Z durch die Nut N1 wieder zurückgeführt. Das Ende E des Wicklungsdrahtes gelangt von dort wieder zur Lamelle L1.

Die Besonderheit bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 6 ist, dass dort nicht nur die Kontaktbrücken K von der Kommutatorseite weg zur Rückseite des Läufers verlegt werden, sondern in gleicher Weise auch Anfang und Ende einer jeden zweiten Spule durch jeweils benachbarte Nuten auf die dem Kommutator abgewandte Seite des Läufers verlegt werden. Dadurch erhält man auf der Kommutatorseite eine optimale Drahtführung, indem dort der Wicklungsdraht jeweils von den Lamellen auf kürzestem Weg zu einer Nut geführt wird.

Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt, da die Spulen auf unterschiedlichste Weise mit den Lamellen des Kommutators zu verschalten sind. So können die Spulen und Kontaktbrücken beispielsweise auch in umgekehrter Folge von Wickelautomaten hergestellt werden. Auch können die Kontaktbrücken am Kommutator im Bedarfsfall separat hergestellt sein. Außerdem kann es zweckmäßig sein, den Kommutator 16 gegenüber den Nuten des Läufers 13 mehr oder weniger stark in die eine

oder andere Richtung versetzt auf der Läuferwelle 15 zu befestigen, so dass zwischen dem Polzahn Z1 und dem Lamellenschlitz zwischen Lamelle L1 und Lamelle L12 ein mehr oder weniger großer Versetzungswinkel  $\alpha$  auftritt, um auf diese Weise fertigungstechnisch günstige Verbindungen zwischen den Läuferlamellen und den Spulen zu bekommen. In den Ausführungsbeispielen ist ein Versetzungswinkel  $\alpha = 0^\circ$  realisiert. Da die Kontaktbrücken K jeweils einander gegenüberliegende Lamellen L miteinander verbinden, können die Kontaktbrücken wahlweise in die eine oder andere Richtung am Läufer herumgeführt werden, wie dies in den Ausführungsbeispielen nach Figur 3 und 5 erkennbar ist. Entsprechendes gilt aber auch für die Kontaktbrücken, die gemäß dem Ausführungsbeispiel nach Figur 6 auf die Läuferückseite verlegt sind. Außerdem ist es auch möglich, diese Kontaktbrücken nicht über zwei Polzähne gemäß Figur 6 sondern über jeweils nur einen Polzahn durch die benachbarte Nut wieder zur Kommutatorseite zurück zu führen.

Die Erfindung ist auch nicht auf vierpolige Maschinen beschränkt, da in gleicher Weise auch acht- und zwölfpolige Maschinen mit einem Kommutatorläufer auszurüsten sind, bei dem dann von den zwölf oder achtzehn Spulen die jeweils benachbarten Spulen abwechselnd unmittelbar oder über eine Kontaktbrücke auf benachbarte Lamellen gelegt werden.



## Ansprüche

5 1. Elektrische Maschine mit mindestens vier Erregerpolen im  
Stator (11) und mit einem Kommutatorläufer (13), der eine  
Anzahl von Nuten (N) und Polzähnen (Z) am Umfang  
aufweist, die größer als die Anzahl der Erregerpole ist,  
mit einer Anzahl von Kommutatorlamellen (L), die doppelt  
10 so groß wie die Anzahl der Polzähne ist, und mit  
mindestens einem Paar ortsfester Kohlebürsten (K), die um  
eine Polteilung der Erregerpole zueinander versetzt mit  
den Lamellen des Kommutators zur Stromversorgung von  
Spulen (S) zusammenwirken, welche auf jeweils einen der  
15 Polzähne gewickelt sind, wobei jeweils die sich diametral  
gegenüberliegenden Lamellen über Kontaktbrücken (K)  
miteinander verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, dass  
bei einer geraden Anzahl von Nuten (N), Polzähnen (Z) und  
Spulen (S) von den auf benachbarten Polzähnen (Z1, Z2)  
angeordneten Spulen (S1, S2) jeweils Anfang und Ende der  
20 einen Spule (S1) unmittelbar auf zueinander benachbarte  
Lamellen (L1, L12) und Anfang und Ende der anderen Spule  
(S2) über eine der Kontaktbrücken (K1) auf zueinander  
benachbarte Lamellen (L12, L11) geschaltet sind.

2. Elektrische Maschine nach Anspruch 1, dadurch  
gekennzeichnet, dass die in der einen Drehrichtung  
gesehen benachbarten Spulen (S1, S2) mit ihren Anfängen  
und Enden auf die in der anderen Drehrichtung gesehen  
benachbarten Lamellen (L1, L12; L12, L11) gelegt sind.

3. Elektrische Maschine nach Anspruch 2, dadurch  
gekennzeichnet, dass die Anfänge und Enden der  
benachbarten Spulen (S1, S2) abwechselnd direkt  
beziehungsweise indirekt über eine Kontaktbrücke (K1) auf  
35 benachbarte Lamellen (L1, L12; L12, L11) gelegt sind.

4. Elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die auf benachbarten Polzähnen (Z1, Z2) angeordneten Spulen (S1, S2) jeweils unmittelbar oder mittelbar über eine der Kontaktbrücken (K) zueinander in Reihe geschaltet sind.
5. Elektrische Maschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die benachbarten Spulen (S1, S2) abwechselnd unmittelbar beziehungsweise über die Kontaktbrücke (K1) zueinander in Reihe geschaltet sind.
6. Elektrische Maschine nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass alle, vorzugsweise sechs Spulen (S) und Kontaktbrücken (K) durchgehend mit einem Wickeldraht (17) hergestellt sind.
7. Elektrische Maschine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Spulen (S) und Kontaktbrücken (K) im Wechsel durchgehend gewickelt sind.
8. Elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Teil der Kontaktbrücken (K), vorzugsweise alle Kontaktbrücken, von der Kommutatorseite des Läufers (13) durch dessen Nuten (N) auf die dem Kommutator (16) abgewandte Seite des Läufers (15) verlegt sind.
9. Elektrische Maschine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die zu der dem Kommutator (16) abgewandten Seite des Läufers (13) verlegten Kontaktbrücken (K) um mindestens einen Polzahn (Z) und um höchstens zwei Polzähne (Z) des Läufers (13) geführt sind.

10. Elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 6 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet, dass Anfang und Ende einer jeden  
zweiten Spule (S2) von der Kommutatorseite durch  
benachbarte Nuten (N) auf die dem Kommutator (16)  
abgewandte Seite des Läufers gelegt sind.

5

11. Elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 6 bis 10,  
dadurch gekennzeichnet, dass alle Spulen (S) und  
Kontaktbrücken (K) mittels Wickelautomaten, insbesondere  
mittels sogenannter Flyer oder Nadel am Läufer (13)  
durchwickelbar sind.

10

17.12.03 Ws/AK

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Elektrische Maschine mit Kommutatorläufer

Zusammenfassung

15

20

Die Erfindung betrifft eine elektrische Maschine mit mindestens vier Erregerpolen im Stator (11) und mit einem Kommutatorläufer (13), der eine Anzahl von Nuten (N1-N6) und Polzähnen (Z1-Z6) am Umfang aufweist, die größer als die Anzahl der Erregerpole ist und mit einer doppelt so großen Anzahl von Kommutatorlamellen (L), die über mindestens zwei Kohlebürsten (B1, B2) zur Stromversorgung von Spulen (S1-S6) dienen, welche auf jeweils einen der Polzähne gewickelt sind, wobei Kontaktbrücken (K) jeweils einander gegenüberliegende Lamellen (L) miteinander verbinden.

30

Um die Kommutierung der Spulen am Läufer (13) sowie die Drehmomentausbildung zu verbessern, ist vorgesehen, dass bei einer geraden Anzahl von Nuten, Polzähnen und Spulen von den auf benachbarten Polzähnen (Z1, Z2) angeordneten Spulen (S1, S2) jeweils Anfang und Ende der einen Spule (S1) unmittelbar auf benachbarte Lamellen (L1, L12) und Anfang und Ende der anderen Spule (S2) über eine Kontaktbrücke (K) auf benachbarte Lamellen (L12, L11) geschaltet sind.

35

(Figur 2)

Fig. 1

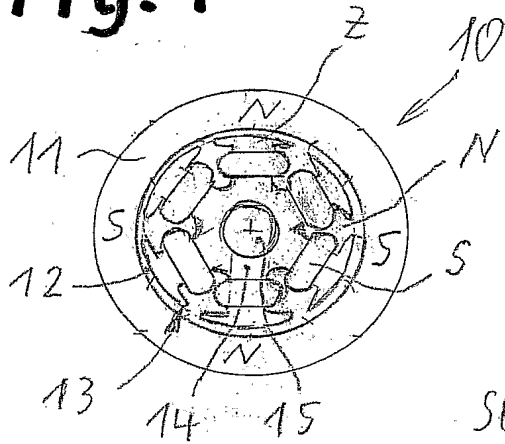


Fig. 2

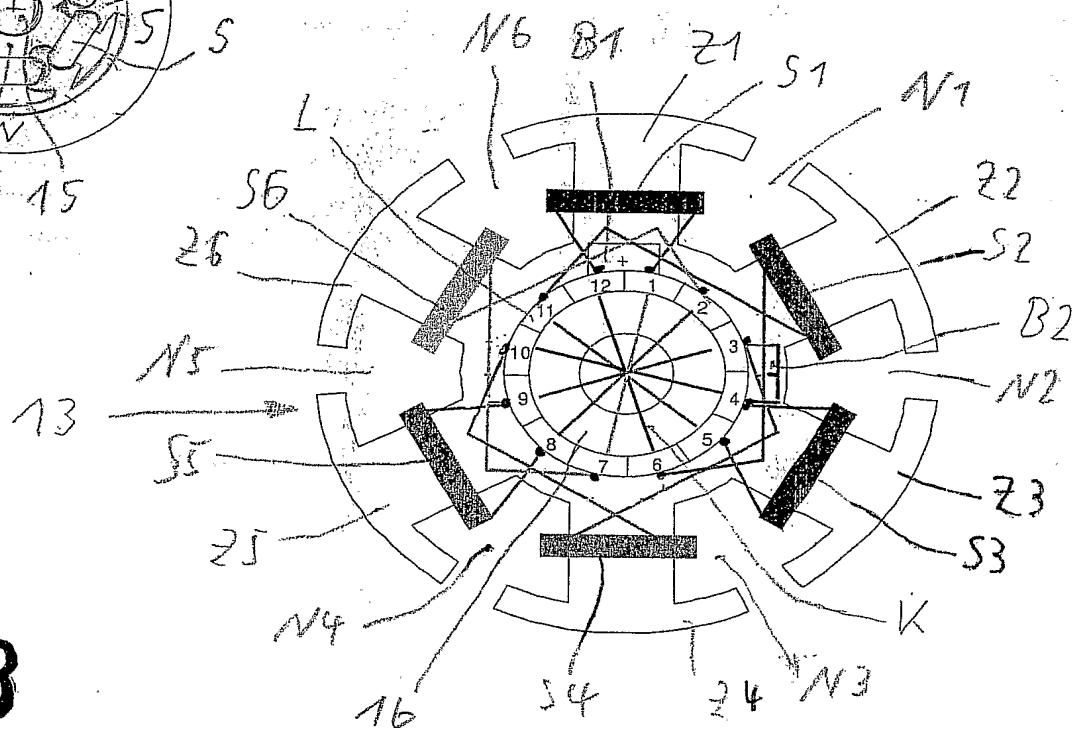
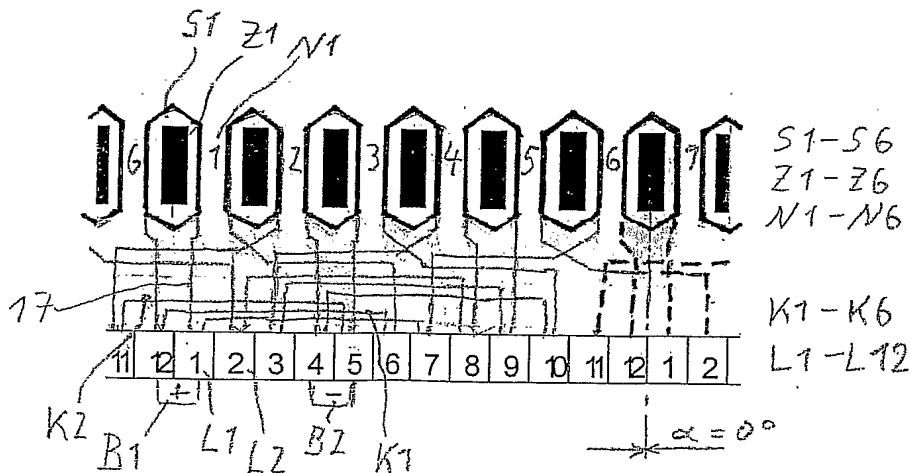


Fig. 3



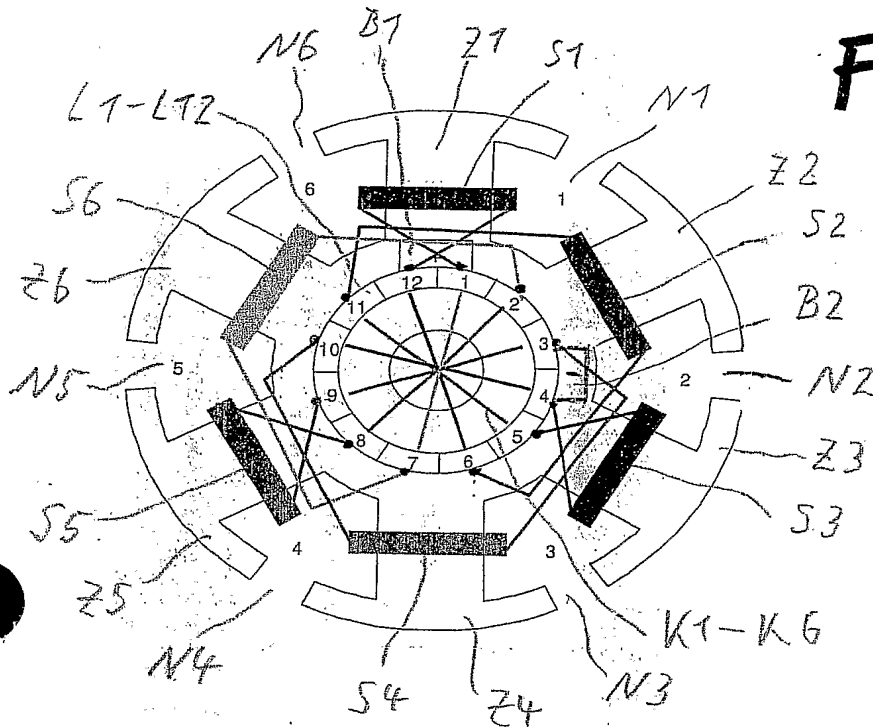


Fig. 4

Fig. 5

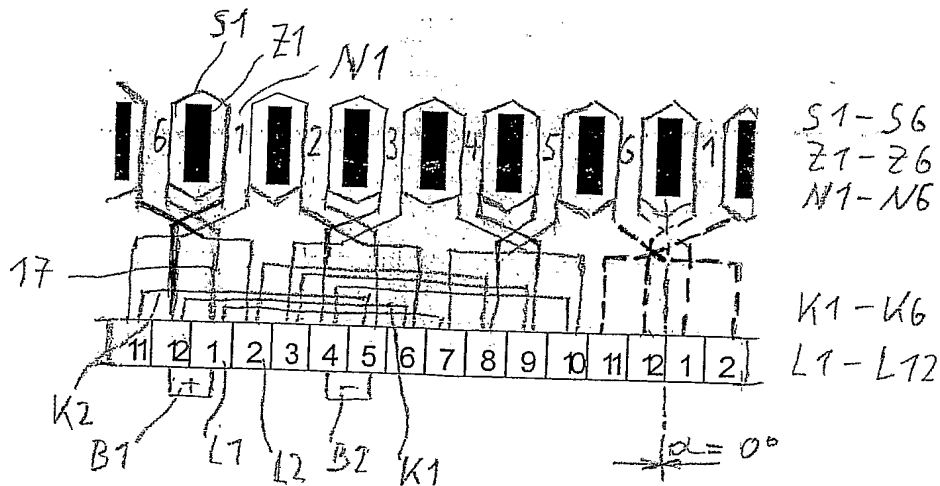


Fig. 6

